

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10210511 A**

(43) Date of publication of application: **07.08.98**

(51) Int. Cl.

**H04Q 3/52**

**H04B 10/02**

**H04Q 11/02**

(21) Application number: **09006528**

(22) Date of filing: **17.01.97**

(71) Applicant: **NIPPON TELEGR & TELEPH  
CORP <NTT>**

(72) Inventor: **WATANABE ATSUSHI  
OKAMOTO SATOSHI**

(54) **WAVELENGTH SPLIT TYPE OPTICAL CHANNEL**

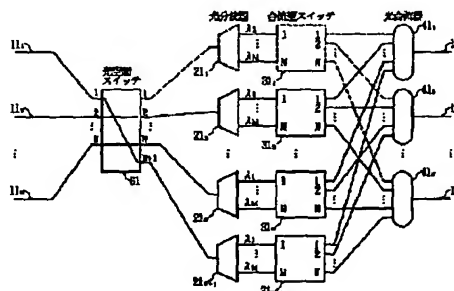
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance the reliability against a failure by adopting a redundancy configuration where no switch back from a standby system to an active system is required when a fault is recovered and to allow the channel to have provision for increase/decrease in input output transmission channels flexibly by using a confluent switch for the switching.

SOLUTION: (N+H) sets of optical distributors 21, (N+H) sets of confluent switches 31 that distribute signal lights into N directions depending on the wavelength bands and (N+H) sets of optical combiners 41 are connected to N input optical transmission lines 11 via an optical spatial switch 61 providing outputs of (N+H) so as to provide H-sets of standby systems. When any of the confluent switches 31 is faulty, the setting of the optical spatial switch 61 is changed to select any of the H sets of the standby system to avoid the failure and no switch back after restoration is conducted to avoid interruption of communication. Since the confluent switches 31 are dependent on the circuit scale and number of optical transmission lines, the required minimum configuration is enough to cope with the increase/decrease in the input output optical

transmission line number N, and the extension performance with respect to the increase in traffic is enhanced.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-210511

(43)公開日 平成10年(1998) 8月7日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 4 Q 3/52

H 0 4 B 10/02

H 0 4 Q 11/02

識別記号

F I

H 0 4 Q 3/52

11/02

H 0 4 B 9/00

B

Z

H

T

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平9-6528

(22)出願日 平成9年(1997) 1月17日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 渡辺 篤

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(72)発明者 岡本 聡

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

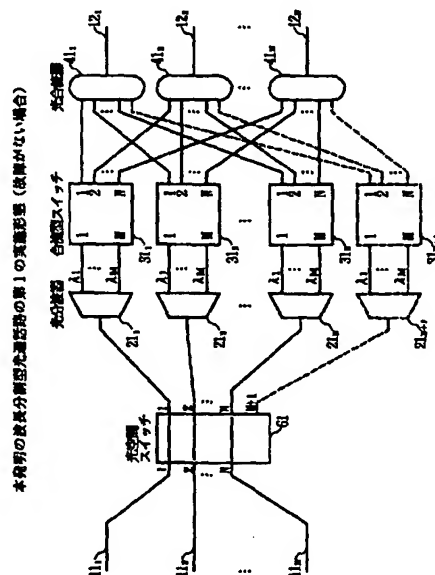
(74)代理人 弁理士 古谷 史旺

(54)【発明の名称】 波長分割型光通話路

(57)【要約】

【課題】 故障復旧時に予備系から現用系への切り戻しが不要な冗長構成を有する波長分割型光通話路において、少ないハードウェア量で入出力光伝送路の増加に伴う拡張性を高める。

【解決手段】 N本の入力光伝送路に接続されるN入力(N+H)出力の光スイッチと、(N+H)個のM出力の光分波器と、(N+H)個のM入力N出力の合流型スイッチと、N本の出力光伝送路に接続されるN個の(N+H)入力の光合流器とを備え、H個の光分波器および合流型スイッチを予備系として用いる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数N本の入力光伝送路からそれぞれ複数Mチャンネルの波長多重信号光を入力し、信号チャンネル間の入れ替えを行ってそれぞれMチャンネルの波長多重信号光としてN本の出力光伝送路に出力する波長分割型光通話路において、

前記N本の入力光伝送路からの波長多重信号光を(N+H)方路のうちのN方路にそれぞれ振り分ける光スイッチと(Hは1以上の整数)、

前記光スイッチから出力される信号光を入力してそれぞれMチャンネルの信号光に分波する(N+H)個の光分波器と、

前記(N+H)個の光分波器の出力を波長に従ってN方路にそれぞれ振り分ける(N+H)個の合流型スイッチと、

前記(N+H)個の合流型スイッチから出力された方路ごとの信号光を合波し、各方路に対応する前記N本の出力光伝送路に出力するN個の光合流器とを備え、H個の光分波器およびH個の合流型スイッチを予備系として用いることを特徴とする波長分割型光通話路。

【請求項2】 複数N本の入力光伝送路からそれぞれ複数Mチャンネルの波長多重信号光を入力し、信号チャンネル間の入れ替えを行ってそれぞれMチャンネルの波長多重信号光としてN本の出力光伝送路に出力する波長分割型光通話路において、

前記N本の入力光伝送路からの波長多重信号光を(N+H)方路のうちのN方路にそれぞれ振り分ける第1の光スイッチと(Hは1以上の整数)、

前記第1の光スイッチから出力される信号光を入力してそれぞれMチャンネルの信号光に分波する(N+H)個の光分波器と、

前記(N+H)個の光分波器の出力を波長に従って(N+H)方路のうちのN方路にそれぞれ振り分ける(N+H)個の合流型スイッチと、

前記(N+H)個の合流型スイッチから出力された方路ごとの信号光を合波する(N+H)個の光合流器と、

前記(N+H)個の光合流器から出力される波長多重信号光を各方路に対応する前記N本の出力光伝送路に振り分ける第2の光スイッチとを備え、H個の光分波器、H個の合流型スイッチおよびH個の光合流器を予備系として用いることを特徴とする波長分割型光通話路。

【請求項3】 請求項2に記載の波長分割型光通話路において、

第1の光スイッチに代えて、(N+H)個の入力ポートの信号光を(N+H)個の出力ポートにそれぞれ振り分ける第3の光スイッチを用い、

第2の光スイッチに代えて、(N+H)個の入力ポートの信号光を(N+H)個の出力ポートにそれぞれ振り分ける第4の光スイッチを用い、

前記第4の光スイッチのH個の出力ポートと前記第3の

光スイッチのH個の入力ポートとの間に、第4の光スイッチから出力される信号光を入力する入力部と、その信号光をそのままの形式または異なる形式の信号光として出力する出力部と、入力された信号光の特性を測定する測定部とを有するH個の信号特性測定部を接続したことを特徴とする波長分割型光通話路。

【請求項4】 請求項1から請求項3のいずれかに記載の波長分割型光通話路において、

光分波器と合流型スイッチとの間に、分波された各チャンネルの信号光の増幅、波形整形その他の再生処理を行うM個の再生中継回路を挿入した構成であることを特徴とする波長分割型光通話路。

【請求項5】 請求項1から請求項3のいずれかに記載の波長分割型光通話路において、

光分波器と合流型スイッチとの間に、分波された各チャンネルの信号光の波長を変換するM個の波長変換回路を挿入した構成であることを特徴とする波長分割型光通話路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の入力光伝送路から入力される波長多重信号光の入れ替えを行い、所定の出力光伝送路にクロスコネクトする交換装置(クロスコネクト装置)において、現用系および予備系を備え、かつ故障復旧時に予備系から現用系への切り替え(以下「切り戻し」という)が不要な冗長構成を有する波長分割型光通話路に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図10は、光空間スイッチを用いた従来の波長分割型光通話路の構成を示す。ここでは、入出力光伝送路数N、波長多重数Mの場合で、 $M \times N$ 本の信号チャンネルを同一波長のまま入れ替えを行う構成を示す。図において、入力光伝送路 $11_j$ ( $j=1, 2, \dots, N$ )から入力されたM波の波長多重信号光は、M出力の光分波器 $21_j$ でそれぞれ波長 $\lambda_1 \sim \lambda_M$ の信号光に分波される。波長 $\lambda_i$ ( $i=1, 2, \dots, M$ )の信号光は、N入力N出力の光空間スイッチ $51_j$ に入力され、それぞれ所定の出力先が選択される。光空間スイッチ $51_j$ の出力ポートjから出力された信号光は、M入力の光合波器 $22_j$ で波長多重されて出力光伝送路 $12_j$ に出力される。

【0003】図11は、光空間スイッチを用いた従来の波長分割型光通話路の他の構成を示す。ここでは、入出力光伝送路数N、波長多重数Mの場合で、 $M \times N$ 本の信号チャンネルを波長変換を行いながら入れ替えを行う構成を示す。図において、入力光伝送路 $11_j$ ( $j=1, 2, \dots, N$ )から入力されたM波の波長多重信号光は、M出力の光分波器 $21_j$ で $\lambda_1 \sim \lambda_M$ の各波長の信号光に分波され、それぞれ対応する波長変換回路 $15_{ji}$ ( $i=1, 2, \dots, M$ )を介してM入力(2M-1)出力の

光空間スイッチ52<sub>j</sub>に入力される。波長変換回路15<sub>ji</sub>では、各信号チャンネルが出力光伝送路12<sub>j</sub>上で同じ波長にならないように所定の波長に変換する。各波長の信号光は、M入力(2M-1)出力の光空間スイッチ52<sub>j</sub>と、N入力N出力の光空間スイッチ51<sub>1</sub>~51<sub>2M-1</sub>とを介してそれぞれ所定の出力先が選択される。光空間スイッチ51<sub>1</sub>~51<sub>2M-1</sub>の出力ポートjから出力された信号光は、(2M-1)入力の光合流器44<sub>j</sub>で合流されて出力光伝送路12<sub>j</sub>に出力される。

【0004】ここで、光分波器と光合流器の差異について簡単に説明する。光分波器は、グレーティングによる波長ごとの反射角の違いを利用して1つの出力ポートに信号光を結合する構成である。光合流器は、光カプラを用いて1つの出力ポートに信号光を結合する構成である。なお、光合流器から光合流器への置き換えは可能であるが、光合流器は光分波器に比べて挿入損失が大きい。

【0005】ところで、図10または図11に示した従来の波長分割型光通話路は、光空間スイッチに対して冗長構成をもっていない。したがって、光空間スイッチが故障した場合には、その光空間スイッチに収容されている信号チャンネルは、ネットワーク全体または前後のノードで予備経路に切り替える必要があった。すなわち、1つの光空間スイッチの故障に対して与える影響範囲が大きく、故障に対する信頼性が高いとは言えなかった。

【0006】ここで、図10または図11に示した従来の波長分割型光通話路における光空間スイッチの冗長構成例を図12または図13に示す。図12において、各構成部品に故障がない場合には、入力光伝送路11<sub>j</sub>から入力されたM波の波長多重信号光は、N入力(N+1)出力の光空間スイッチ61を介してそれぞれ対応する光分波器21<sub>j</sub>に入力され、それぞれ波長 $\lambda_1 \sim \lambda_M$ の信号光に分波される。各光分波器21<sub>j</sub>で分波された信号光は、M入力(M+1)出力の光空間スイッチ64<sub>j</sub>を介して、波長 $\lambda_i$ の信号光が(N+1)入力N出力の光空間スイッチ53<sub>i</sub>に入力され、それぞれ所定の出力先が選択される。光空間スイッチ53<sub>i</sub>の出力ポートjから出力された信号光は、(M+1)入力の光合流器43<sub>j</sub>で波長多重されて出力光伝送路12<sub>j</sub>に出力される。このとき、光分波器21<sub>N+1</sub>、M入力(M+1)出力の光空間スイッチ64<sub>N+1</sub>、(N+1)入力N出力の光空間スイッチ53<sub>M+1</sub>、および図中の破線経路は、予備系になっており使用されない。

【0007】次に、光空間スイッチ53<sub>1</sub>が故障した場合について説明する。M入力(M+1)出力の光空間スイッチ64<sub>1</sub>~64<sub>N</sub>へ入力される信号光の内、波長 $\lambda_1$ の信号光はすべて(N+1)入力N出力の光空間スイッチ53<sub>M+1</sub>に導き、光空間スイッチ53<sub>1</sub>で故障前に選択されていた出力光伝送路12<sub>j</sub>を選択する。これにより、光空間スイッチ53<sub>1</sub>が故障しても、他の信号チ

ヤネルに影響を与えることなく切り替えることができる。また、光空間スイッチ53<sub>1</sub>の故障が修繕されても、光空間スイッチ53<sub>M+1</sub>に収容されているチャンネルを光空間スイッチ53<sub>1</sub>に切り戻す必要がなく、光空間スイッチ53<sub>1</sub>が予備系となる。

【0008】図13において、各構成部品に故障がない場合には、入力光伝送路11<sub>j</sub>から入力されたM波の波長多重信号光は、N入力(N+1)出力の光空間スイッチ61を介してそれぞれ対応する光分波器21<sub>j</sub>に入力され、それぞれ波長 $\lambda_1 \sim \lambda_M$ の信号光に分波される。各光分波器21<sub>j</sub>で分波された信号光は、それぞれ対応する波長変換回路15<sub>ji</sub>でそれぞれ所定の波長に変換され、M入力(2M-1)出力の光空間スイッチ52<sub>j</sub>と(N+1)入力N出力の光空間スイッチ53<sub>1</sub>~53<sub>2M-1</sub>とを介してそれぞれ所定の出力先が選択される。光空間スイッチ53<sub>1</sub>~53<sub>2M-1</sub>から出力された信号光は、(2M-1)入力の光合流器44<sub>j</sub>で波長多重されて出力光伝送路12<sub>j</sub>に出力される。このとき、光分波器21<sub>N+1</sub>、波長変換回路15<sub>(N+1)i</sub>、M入力(2M-1)出力の光空間スイッチ52<sub>N+1</sub>および図中の破線経路は、予備系になっており使用されない。

【0009】次に、光空間スイッチ52<sub>1</sub>が故障した場合について説明する。光空間スイッチ52<sub>1</sub>に収容されている信号チャンネルは、入力光伝送路11<sub>1</sub>から入力されたものである。そこで、N入力(N+1)出力の光空間スイッチ61の設定を変更し、入力光伝送路11<sub>1</sub>から入力された波長多重信号光を光分波器21<sub>N+1</sub>に導く。光分波器21<sub>N+1</sub>で分波された信号光は、波長変換回路15<sub>(N+1)i</sub>でそれぞれ所定の波長に変換され、M入力(2M-1)出力の光空間スイッチ52<sub>N+1</sub>に入力される。光空間スイッチ52<sub>N+1</sub>は、故障前の光空間スイッチ52<sub>1</sub>の設定と同一に設定され、各信号光は(N+1)入力N出力の光空間スイッチ53<sub>1</sub>~53<sub>2M-1</sub>、光合流器44<sub>j</sub>を経由し、出力光伝送路12<sub>j</sub>に出力される。これにより、光空間スイッチ52<sub>1</sub>が故障しても、他の信号チャンネルに影響を与えることなく切り替えることができる。

【0010】また、光空間スイッチ52<sub>1</sub>の故障が修繕されても、光空間スイッチ52<sub>N+1</sub>に収容されているチャンネルを光空間スイッチ52<sub>1</sub>に切り戻す必要がない。したがって、光空間スイッチ61の設定を変更する必要がなく、光分波器21<sub>1</sub>、波長変換回路15<sub>1i</sub>、光空間スイッチ52<sub>1</sub>が予備系となる。なお、(N+1)入力N出力の光空間スイッチ53<sub>1</sub>~53<sub>2M-1</sub>は全体が冗長構成になっており、その1つが故障しても、前段のM入力(2M-1)出力の光空間スイッチ52<sub>1</sub>~52<sub>N+1</sub>の出力ポートを切り替えることにより、故障部位を回避する光通話路を形成することができる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、図1

10

20

30

40

50

0または図11に示す波長分割型光通路は、図12または図13に示す波長分割型光通路のように容易に冗長構成をとることができる。ところで、 $(N+1)$ 入力 $N$ 出力の光空間スイッチ53の回路規模は入出力光伝送路数 $N$ に依存しているが、その数は波長多重数 $M$ に依存している。一方、 $M$ 入力 $(M+1)$ 出力の光空間スイッチ64および $M$ 入力 $(2M-1)$ 出力の光空間スイッチ52は、その数が入出力光伝送路数 $N$ に依存している。したがって、トラヒック需要の変動によって入出力光伝送路数 $N$ を変える場合に、光空間スイッチ64、52は10  $N$ に応じてその数を変えればよいが、光空間スイッチ53は $N$ に関わりなくすべてのものを入れ替える必要がある。あるいは、あらかじめ大規模なものを波長多重数 $M$ に応じた数だけ用意しておく必要がある。すなわち、図12または図13に示す従来の波長分割型光通路の光空間スイッチ53は、入出力光伝送路数 $N$ の増減にかかわらず、波長多重数 $M$ に依存した数が必要であるので、入出力光伝送路数の増加に対して拡張性が低いと言える。

【0012】本発明は、故障復旧時に予備系から現用系への切り戻しが不要な冗長構成を有する波長分割型光通路において、少ないハードウェア量で入出力光伝送路の増加に伴う拡張性を高めることができる波長分割型光通路を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1の波長分割型光通路は、 $N$ 本の入出力光伝送路に接続される $N$ 入力 $(N+H)$ 出力の光スイッチと、 $(N+H)$ 個の $M$ 出力の光分波器と、 $(N+H)$ 個の $M$ 入力 $N$ 出力の合流型スイッチと、 $N$ 本の出力光伝送路に接続される $N$ 個の $(N+H)$ 入力の光合流器とを備え、 $H$ 個の光分波器および合流型スイッチを予備系として用いる。

【0014】合流型スイッチが故障した場合には、光スイッチを介して予備系として用意されている $H$ 個の光分波器および合流型スイッチのいずれかに切り替えることにより、自ノード内で故障を回避することができる。また、故障したスイッチの復旧後も切り戻す必要がないので、通信の途絶を回避することができる。さらに、 $(N+H)$ 個の $M$ 入力 $N$ 出力の合流型スイッチは、回路規模および数が入出力光伝送路数 $N$ に依存するので、入出力光伝送路数 $N$ の増減に対して必要最小限の構成で対応することができる。すなわち、入出力光伝送路数の増減に対する拡張性を高めることができる。

【0015】請求項2の波長分割型光通路は、入力ポートが $N$ 本の入出力光伝送路に接続される $N$ 入力 $(N+H)$ 出力の第1の光スイッチと、 $(N+H)$ 個の $M$ 出力の光分波器と、 $(N+H)$ 個の $M$ 入力 $(N+1)$ 出力の合流型スイッチと、 $(N+1)$ 個の $(N+H)$ 入力の光合流器と、出力ポートが $N$ 本の出力光伝送路に接続される $(N+1)$ 入力 $N$ 出力の第2の光スイッチとを備え、

$H$ 個の光分波器、合流型スイッチおよび光合流器を予備系として用いる。

【0016】合流型スイッチが故障した場合には、請求項1の波長分割型光通路と同様に第1の光スイッチを介して自ノード内で故障を回避することができる。光合流器が故障した場合には、第2の光スイッチを介して、予備系として用意されている $H$ 個の光合流器のいずれかに切り替えることにより、自ノード内で故障を回避することができる。また、故障した光合流器の復旧後も切り戻す必要がないので、通信の途絶を回避することができる。さらに、 $(N+H)$ 個の $M$ 入力 $N$ 出力の合流型スイッチは、回路規模および数が入出力光伝送路数 $N$ に依存するので、入出力光伝送路数 $N$ の増減に対して必要最小限の構成で対応することができる。すなわち、入出力光伝送路数の増減に対する拡張性を高めることができる。

【0017】請求項3の波長分割型光通路は、請求項2の波長分割型光通路における第1の光スイッチに代えて $(N+H)$ 入力 $(N+H)$ 出力の第3の光スイッチを用い、第2の光スイッチに代えて $(N+H)$ 入力 $(N+H)$ 出力の第4の光スイッチを用い、第4の光スイッチの $H$ 個の出力ポートと第3の光スイッチの $H$ 個の入力ポートとの間にそれぞれ信号特性測定部を接続する。これにより、合流型スイッチまたは光合流器の故障への対応と、入出力光伝送路の信号チャネルの監視を同時に行うことができる。

【0018】また、光分波器と合流型スイッチとの間に、分波された各チャネルの信号光の増幅、波形整形その他の再生処理を行う $M$ 個の再生中継回路、または波長を変換する $M$ 個の波長変換回路を挿入してもよい（請求項4、5）。

【0019】

【発明の実施の形態】

（第1の実施形態）図1、図2は、本発明の波長分割型光通路の第1の実施形態を示す。図において、入力光伝送路 $11_j$  ( $j=1, 2, \dots, N$ )は、それぞれ $M$ 波の波長多重信号光を伝送する。 $N$ 入力 $(N+1)$ 出力の光空間スイッチ61の入力ポート $j$ には入力光伝送路 $11_j$ が接続され、出力ポート $j$ には $M$ 出力の光分波器 $21_j$ を介して $M$ 入力 $N$ 出力の合流型スイッチ $31_j$ が接続され、出力ポート $N+1$ には予備系の光分波器 $21_{N+1}$ を介して $M$ 入力 $N$ 出力の合流型スイッチ $31_{N+1}$ が接続される。合流型スイッチ $31_1 \sim 31_{N+1}$ の各出力ポート $j$ には、それぞれ出力光伝送路 $12_j$ に接続される $(N+1)$ 入力の光合流器 $41_j$ が接続される。

【0020】本実施形態の特徴は、図12に示す冗長構成例における $M$ 入力 $(M+1)$ 出力の光空間スイッチ $64_1 \sim 64_{N+1}$ および $(N+1)$ 入力 $N$ 出力の光空間スイッチ $53_1 \sim 53_{N+1}$ に代えて、 $M$ 入力 $N$ 出力の合流型スイッチ $31_1 \sim 31_{N+1}$ を用い、 $(M+1)$ 入力の光合流器 $43_1 \sim 43_N$ に代えて $(N+1)$ 入力の光合

流器41<sub>1</sub>～41<sub>N</sub>を用いるところにある。

【0021】ここで、各構成部品に故障がない場合の動作例について、図1を参照して説明する。光分波器21<sub>N+1</sub>およびM入力N出力の合流型スイッチ31<sub>N+1</sub>を予備系とする。入力光伝送路11<sub>j</sub>から入力されたM波の波長多重信号光は、N入力(N+1)出力の光空間スイッチ61を介してそれぞれ対応する光分波器21<sub>j</sub>に入力され、それぞれ波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>M</sub>の信号光に分波される。各光分波器21<sub>j</sub>で分波された信号光は、それぞれ対応するM入力N出力の合流型スイッチ31<sub>j</sub>に入力され、出力光伝送路12<sub>j</sub>に対応する出力ポートjに振り分けられる。合流型スイッチ31<sub>j</sub>から出力された信号光は、それぞれ出力光伝送路12<sub>j</sub>に対して設けられた光合流器41<sub>j</sub>で合流し、出力光伝送路12<sub>j</sub>に出力される。

【0022】次に、合流型スイッチ31<sub>1</sub>が故障した場合について、図2を参照して説明する。合流型スイッチ31<sub>1</sub>に収容されている信号チャンネルは、入力光伝送路11<sub>1</sub>から入力されたものである。そこで、N入力(N+1)出力の光空間スイッチ61の設定を変更し、入力光伝送路11<sub>1</sub>から入力された波長多重信号光を光分波器21<sub>N+1</sub>に導く。光分波器21<sub>N+1</sub>で分波された信号光は、合流型スイッチ31<sub>N+1</sub>に入力される。合流型スイッチ31<sub>N+1</sub>は、故障前の合流型スイッチ31<sub>1</sub>の設定と同一に設定され、各信号光は光合流器44<sub>j</sub>で合流して出力光伝送路12<sub>j</sub>に出力される。これにより、合流型スイッチ31<sub>1</sub>が故障しても、他の信号チャンネルに影響を与えることなく切り替えることができる。

【0023】また、合流型スイッチ31<sub>1</sub>の故障が修繕されても、合流型スイッチ31<sub>N+1</sub>に収容されているチャンネルを合流型スイッチ31<sub>1</sub>に切り戻す必要がない。したがって、光空間スイッチ61の設定を変更する必要はなく、光分波器21<sub>1</sub>および合流型スイッチ31<sub>1</sub>が予備系となる。なお、本実施形態は、現用N組に対して予備1組を備える構成を示すものである。同様に、現用N組に対して予備H組を備えるには、光空間スイッチ61の出力ポート数を(N+H)と、光分波器21および合流型スイッチ31をそれぞれ(N+H)個備え、光合流器41の入力ポート数を(N+H)とすることにより可能である。

【0024】また、図1、図2に示す現用N組、予備1組を1単位とし、これをH単位用意することにより、全体で(N×H)本の入出力光伝送路に対応することができる。ただし、合流型スイッチ31の出力ポート数を(N×H)とし、光合流器41の入力ポート数を((N+1)×H)とする。この場合には、現用(N×H)組に対して予備H組となる。

【0025】(第2の実施形態)図3、図4は、本発明の波長分割型光通路の第2の実施形態を示す。本実施形態の特徴は、図1、図2に示す第1の実施形態におい

て、光合流器41の故障にも対応可能にしたところにある。すなわち、合流型スイッチとしてM入力(N+1)出力の合流型スイッチ32<sub>1</sub>～32<sub>N+1</sub>を用い、(N+1)入力の光合流器41<sub>1</sub>～41<sub>N+1</sub>と出力光伝送路12<sub>j</sub>との間に、(N+1)入力N出力の光空間スイッチ62を備えたことを特徴とする。

【0026】ここで、各構成部品に故障がない場合の動作例について、図3を参照して説明する。光分波器21<sub>N+1</sub>、合流型スイッチ32<sub>N+1</sub>、光合流器41<sub>N+1</sub>を予備系とする。入力光伝送路11<sub>j</sub>から入力されたM波の波長多重信号光は、N入力(N+1)出力の光空間スイッチ61を介してそれぞれ対応する光分波器21<sub>j</sub>に入力され、それぞれ波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>M</sub>の信号光に分波される。各光分波器21<sub>j</sub>で分波された信号光は、それぞれ対応するM入力(N+1)出力の合流型スイッチ32<sub>j</sub>に入力され、出力光伝送路12<sub>j</sub>に対応する出力ポートjに振り分けられる。合流型スイッチ32<sub>j</sub>から出力された信号光は、それぞれ出力光伝送路12<sub>j</sub>に対して設けられた光合流器41<sub>j</sub>で合流し、(N+1)入力N出力の光空間スイッチ62を介して、その入力ポートjに入力された波長多重信号光が出力光伝送路12<sub>j</sub>に出力される。

【0027】次に、光合流器41<sub>1</sub>が故障した場合について、図4を参照して説明する。光合流器41<sub>1</sub>に収容されている信号チャンネルは、合流型スイッチ32<sub>j</sub>の各出力ポート1から出力光伝送路12<sub>1</sub>に出力されるものである。そこで、合流型スイッチ32<sub>j</sub>に収容されているN×M個の信号チャンネルのうち、合流型スイッチ32<sub>j</sub>の出力ポート1に出力される信号チャンネルの設定をすべて出力ポート(N+1)に切り替える。これにより、故障前に光合流器41<sub>1</sub>に入力されていた信号光を光合流器41<sub>N+1</sub>に入力させることができる。光合流器41<sub>N+1</sub>から出力される信号光は、(N+1)入力N出力の光空間スイッチ62の入力ポート(N+1)に入力されるので、その信号光を出力ポート1へ出力するように、(N+1)入力N出力の光空間スイッチ62の設定を変更する。このとき、N入力(N+1)出力の光空間スイッチ61の設定は変更しない。これにより、光合流器41<sub>1</sub>が故障しても、他の信号チャンネルに影響を与えることなく切り替えることができる。

【0028】また、光合流器41<sub>1</sub>の故障が修繕されても、光合流器41<sub>N+1</sub>に収容されているチャンネルを光合流器41<sub>1</sub>に切り戻す必要がない。したがって、光空間スイッチ62の設定を変更する必要はなく、光分波器21<sub>N+1</sub>、合流型スイッチ31<sub>N+1</sub>、光合流器41<sub>1</sub>が予備系となる。また、各構成部品に故障がない状態で、合流型スイッチ32<sub>1</sub>が故障した場合には、第1の実施形態と同様に、N入力(N+1)出力の光空間スイッチ61の設定を変えることにより対応することができる。合流型スイッチ31<sub>1</sub>の故障が修繕された後は、光分波器

21<sub>1</sub>、合流型スイッチ31<sub>1</sub>、光合流器41<sub>N+1</sub>が予備系となる。合流型スイッチ31<sub>1</sub>と光合流器41<sub>1</sub>が同時に故障した場合には、上記の各部の設定変更を組み合わせることにより対応することができる。

【0029】なお、本実施形態は、現用N組に対して予備1組を備える構成を示すものである。同様に、現用N組に対して予備H組を備えるには、光空間スイッチ61の出力ポート数および光空間スイッチ62の入力ポート数を(N+H)と、光分波器21および合流型スイッチ32に代わるM入力(N+H)出力の合流型スイッチをそれぞれ(N+H)個備え、光合流器41に代わる(N+H)入力の光合流器を(N+H)個備えることにより可能である。

【0030】また、図3、図4に示す現用N組、予備1組を1単位とし、これをH単位用意することにより、全体で(N×H)本の入出力光伝送路に対応することができる。ただし、合流型スイッチ32の出力ポート数を((N+1)×H)とし、光合流器41の入力ポート数を((N+1)×H)とする。この場合には、現用(N×H)組に対して予備H組となる。

【0031】(第3の実施形態)図5、図6は、本発明の波長分割型光通話路の第3の実施形態を示す。本実施形態の特徴は、図3、図4に示す第2の実施形態において、予備系として備えている構成部品を用いて、特定の光伝送路における信号チャネルの品質(ビット誤り率等)を測定可能にしたところにある。すなわち、光空間スイッチ61、62に代えて、(N+1)入力(N+1)出力の光空間スイッチ63<sub>1</sub>、63<sub>2</sub>を備え、光空間スイッチ63<sub>2</sub>の出力ポート(N+1)と光空間スイッチ63<sub>1</sub>の入力ポート(N+1)との間に、信号特性測定部100を接続したことを特徴とする。

【0032】本構成において、故障がない場合および故障が生じた場合の動作は、第2の実施形態と同じである。ここで、構成部品に故障がないときに、出力光伝送路12<sub>1</sub>上に収容されている信号チャネルの品質を測定する場合について、図5を参照して説明する。光分波器21<sub>N+1</sub>、合流型スイッチ32<sub>N+1</sub>、光合流器41<sub>N+1</sub>は、予備系として用意されているものとする。

【0033】(N+1)入力(N+1)出力の光空間スイッチ63<sub>2</sub>は、入力ポート1から入力された信号光を出力ポート(N+1)に出力するように設定する。これにより、出力光伝送路12<sub>1</sub>に出力されている波長多重信号光を信号特性測定部100に入力させることができる。信号特性測定部100では、波長多重信号光に対して所定の測定を行うとともに、その波長多重信号光を(N+1)入力(N+1)出力の光空間スイッチ63<sub>1</sub>の入力ポート(N+1)に入力させる。光空間スイッチ63<sub>1</sub>では、入力ポート(N+1)から入力された信号光を出力ポート(N+1)に出力するように設定する。その信号光は、光分波器21<sub>N+1</sub>を介して合流型スイ

チ32<sub>N+1</sub>に入力される。合流型スイッチ32<sub>N+1</sub>は、入力ポート1~Mの信号光をすべて出力ポート(N+1)から出力するように設定する。合流型スイッチ32<sub>N+1</sub>の出力ポート(N+1)から出力された信号光は、光合流器41<sub>N+1</sub>を介して光空間スイッチ63<sub>2</sub>の入力ポート(N+1)に入力される。光空間スイッチ63<sub>2</sub>は、入力ポート(N+1)から入力された信号光を出力ポート1に出力するように設定する。これにより、他の信号チャネルに影響を与えることなく、出力光伝送路12<sub>1</sub>上に収容されている信号チャネルの品質を測定することができる。

【0034】次に、構成部品に故障がないときに、入力光伝送路11<sub>1</sub>上に収容されている信号チャネルの品質を測定する場合について、図6を参照して説明する。光分波器21<sub>N+1</sub>、合流型スイッチ32<sub>N+1</sub>、光合流器41<sub>N+1</sub>は、予備系として用意されているものとする。入力光伝送路11<sub>1</sub>上に収容されている信号チャネルをハンドリングする合流型スイッチ32<sub>1</sub>は、入力ポート1~Mの信号光をすべて出力ポート(N+1)から出力するように設定する。合流型スイッチ32<sub>1</sub>の出力ポート(N+1)から出力された信号光は、光合流器41<sub>N+1</sub>を介して(N+1)入力(N+1)出力の光空間スイッチ63<sub>2</sub>の入力ポート(N+1)に入力される。光空間スイッチ63<sub>2</sub>は、入力ポート(N+1)から入力された信号光を出力ポート(N+1)に出力するように設定する。これにより、入力光伝送路11<sub>1</sub>から入力される波長多重信号光を信号特性測定部100に入力させることができる。

【0035】信号特性測定部100では、波長多重信号光に対して所定の測定を行うとともに、その波長多重信号光を光空間スイッチ63<sub>1</sub>の入力ポート(N+1)に入力させる。光空間スイッチ63<sub>1</sub>では、入力ポート(N+1)から入力された信号光を出力ポート(N+1)に出力するように設定する。光空間スイッチ63<sub>1</sub>から出力された信号光は、光分波器21<sub>N+1</sub>を介して合流型スイッチ32<sub>N+1</sub>に入力される。合流型スイッチ32<sub>N+1</sub>は、測定開始前の合流型スイッチ32<sub>1</sub>の設定と同一に設定され、各信号光は測定開始前と同一の出力光伝送路12<sub>j</sub>に対応する光合流器41<sub>j</sub>に送出される。光合流器41<sub>j</sub>で合流された信号光は、光空間スイッチ63<sub>2</sub>を介して出力光伝送路12<sub>j</sub>に出力される。これにより、他の信号チャネルに影響を与えることなく、入力光伝送路11<sub>1</sub>上に収容されている信号チャネルの品質を測定することができる。

【0036】このような構成により、品質劣化が生じたノードの同定したり、定期的または不定期に信号チャネルの特性を各ノードで観測して経時的な品質劣化を検出することができ、未然に通信の停止を防ぐことができる。なお、図5、図6に示す第3の実施形態では、入出力光伝送路数Nに対して1個の信号特性測定部100を

備える構成を示したが、複数H個の信号特性測定部を備えることも可能である。この場合には、M出力の光分波器21を(N+H)個備え、M入力(N+1)出力の合流型スイッチ32に代えてM入力(N+H)出力の合流型スイッチを(N+H)個備え、(N+1)入力の光合流器41に代えて(N+H)入力の光合流器を(N+H)個備え、光空間スイッチ63<sub>1</sub>、63<sub>2</sub>の入出力ポート数を(N+H)に変更する。

【0037】図7は、信号特性測定部100の構成例を示す。信号特性測定部100は、(a)に示すように、信号光を入出力する検出部101と、検出部101に接続される測定部102とにより構成される。検出部101は、光でプロービングして信号光の情報を測定部102に送出する構成、光分波と光挿入を行う構成、(b)に示すように光分岐回路103を用いて信号光の一部を測定部102に分岐する構成などがある。測定部102は、測定を行う一部または全部の波長多重信号光を選択または分波する手段を含み、各信号光の品質を測定する。また、測定の結果、信号に誤りがあった場合には、検出部101で誤り訂正を波長多重信号光の一部または全部に対して行うようにしてもよい。また、検出部101に光電気変換器および電気光変換器を備え、電気信号を測定部102に送出するようにしてもよい。

【0038】(第2の実施形態と第3の実施形態の組み合わせ)図3～図6に示す各実施形態において、M出力の光分波器21を(N+2)個備え、M入力(N+1)出力の合流型スイッチ32に代えてM入力(N+2)出力の合流型スイッチを(N+2)個備え、(N+1)入力の光合流器41に代えて(N+2)入力の光合流器を(N+2)個備え、そのうちのN組を現用系、1組を予備系、1組を信号特性測定用とする。さらに、光空間スイッチ63<sub>1</sub>、63<sub>2</sub>の入出力ポート数を(N+2)に変更する。これにより、予備系を備えながら、かつ信号特性の測定を行うことができる。また、同様に予備系と信号特性測定用をそれぞれ複数組備えるようにしてもよい。

【0039】(第4の実施形態)第1の実施形態(図1、図2)、第2の実施形態(図3、図4)、第3の実施形態(図5、図6)、および第2の実施形態と第3の実施形態の組み合わせにおいて、図8に示すように、M出力の光分波器21の各出力線に再生中継回路14<sub>1</sub>～14<sub>M</sub>を挿入する。これにより、入出力される信号光の強度が小さい場合に、信号光の増幅および波形整形その他の処理を行うことができる。

【0040】(第5の実施形態)第1の実施形態(図1、図2)、第2の実施形態(図3、図4)、第3の実施形態(図5、図6)、および第2の実施形態と第3の実施形態の組み合わせにおいて、図9に示すように、M出力の光分波器21の各出力線に波長変換回路15<sub>1</sub>～15<sub>M</sub>を挿入する。これにより、入力信号光の波長を変

換して接続することができる。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の波長分割型光通話路は、故障復旧時に予備系から現用系への切り戻しが不要な冗長構成により、故障に対する信頼性を高めることができる。さらに、合流型スイッチを用いた構成により、入出力伝送路数の増減に対して光通話路の構成部品の増減によって柔軟に対応することができる。すなわち、トラヒック需要の変動に対して拡張性が高い波長分割型光通話路を経済的に構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態(故障がない場合)を示すブロック図。

【図2】第1の実施形態(合流型スイッチ31<sub>1</sub>が故障の場合)を示すブロック図。

【図3】第2の実施形態(故障がない場合)を示すブロック図。

【図4】第2の実施形態(光合流器41<sub>1</sub>が故障の場合)を示すブロック図。

【図5】第3の実施形態(出力光伝送路12<sub>1</sub>上の信号チャネルの品質を測定する場合)を示すブロック図。

【図6】第3の実施形態(入力光伝送路11<sub>1</sub>上の信号チャネルの品質を測定する場合)を示すブロック図。

【図7】信号特性測定部100の構成例を示すブロック図。

【図8】第4の実施形態を示すブロック図。

【図9】第5の実施形態を示すブロック図。

【図10】光空間スイッチを用いた従来の波長分割型光通話路の構成を示すブロック図。

【図11】光空間スイッチを用いた従来の波長分割型光通話路の他の構成を示すブロック図。

【図12】図10に示した従来の波長分割型光通話路における光空間スイッチの冗長構成例を示すブロック図。

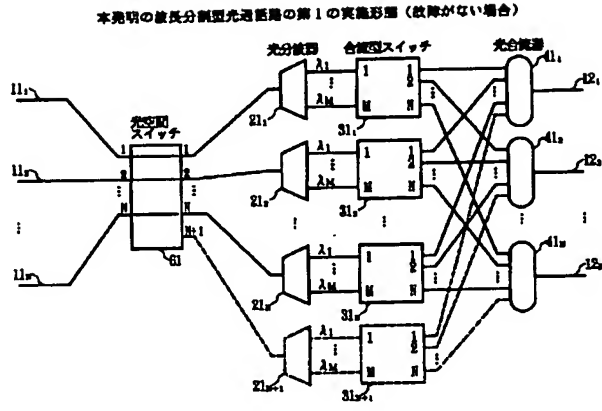
【図13】図11に示した従来の波長分割型光通話路における光空間スイッチの冗長構成例を示すブロック図。

【符号の説明】

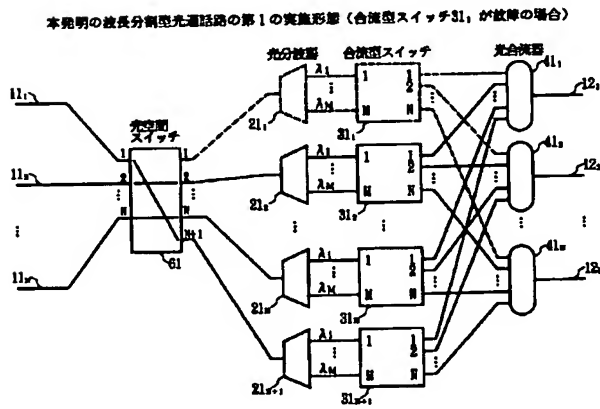
- 11 入力光伝送路
- 12 出力光伝送路
- 14 再生中継回路
- 15 波長変換回路
- 21 M出力の光分波器
- 31 M入力N出力の合流型スイッチ
- 32 M入力(N+1)出力の合流型スイッチ
- 41 (N+1)入力の光合流器
- 61 N入力(N+1)出力の光空間スイッチ
- 62 (N+1)入力N出力の光空間スイッチ
- 63 (N+1)入力(N+1)出力の光空間スイッチ
- 100 信号特性測定部
- 101 検出部
- 102 測定部

## 103 光分岐回路

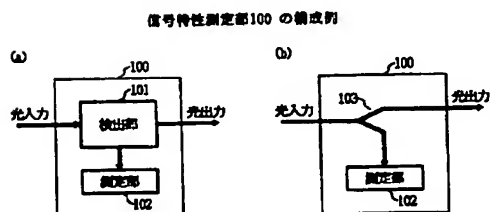
【図1】



【図2】

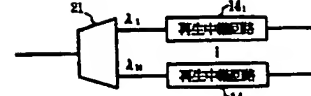


【図7】



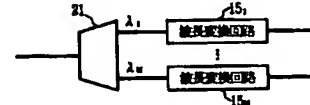
【図8】

第4の実施形態



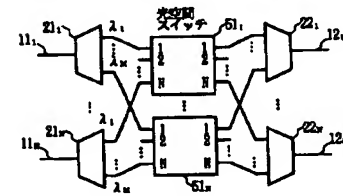
【図9】

第5の実施形態



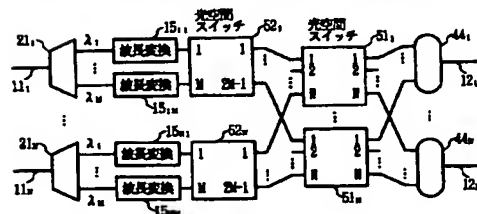
【図10】

光空間スイッチを用いた従来の波長分割型光通信路の構成



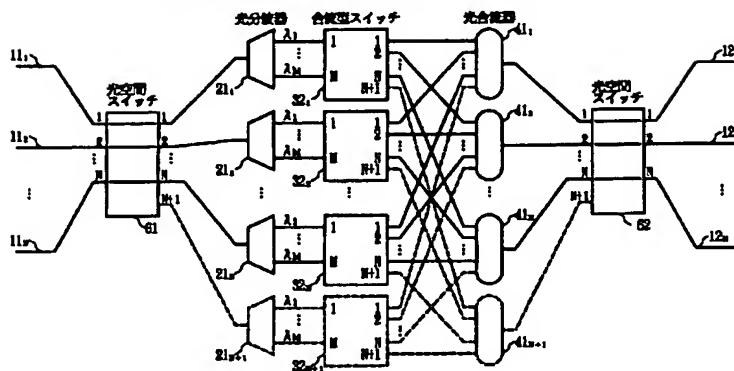
【図11】

光空間スイッチを用いた従来の波長分割型光通信路の他の構成



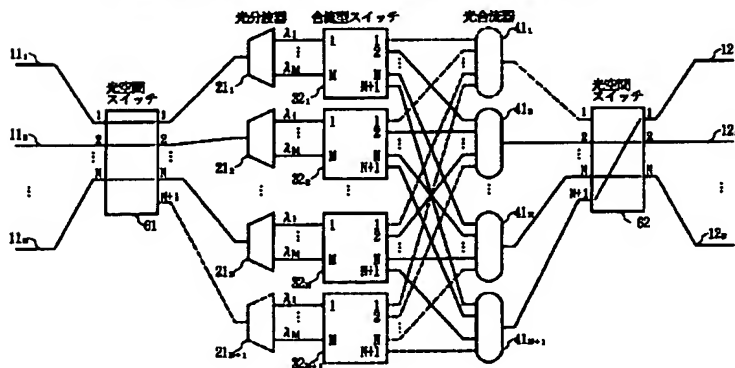
【図3】

本発明の波長分割型光通信路の第2の実施形態（故障がない場合）



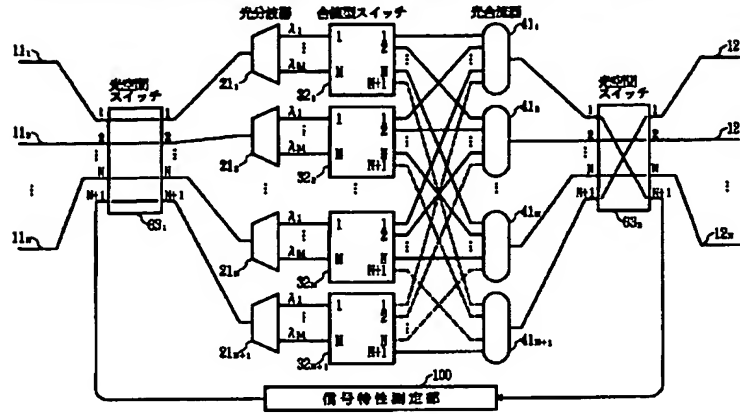
【図4】

本発明の波長分割型光通信路の第2の実施形態（光合波器41<sub>1</sub>が故障の場合）



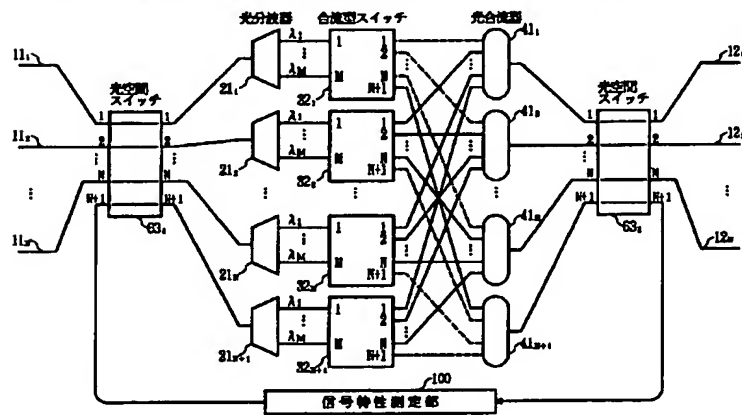
【図5】

本発明の波長分割型光通信路の第3の実施形態（出力光伝送路12、上の信号チャネルの品質を測定する場合）



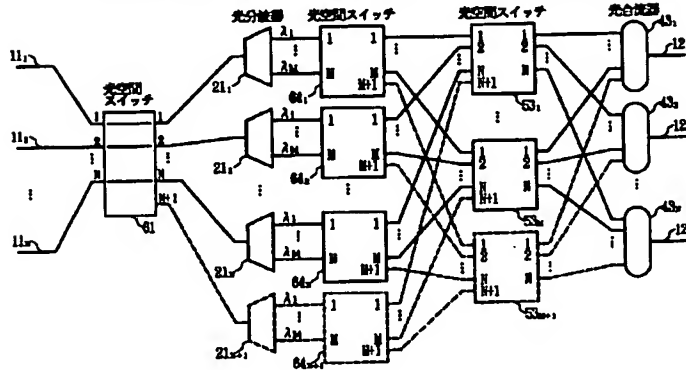
【図6】

本発明の波長分割型光通信路の第3の実施形態（入力光伝送路11、上の信号チャネルの品質を測定する場合）



【図12】

図10に示した従来の波長分割型光通話路における光空間スイッチの冗長構成例



【図13】

図11に示した従来の波長分割型光通話路における光空間スイッチの冗長構成例

